(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 100 53 809 A 1**

(51) Int. Cl.[7]: **H 04 L 12/28**
H 04 Q 7/24

(21) Aktenzeichen: 100 53 809.6
(22) Anmeldetag: 30. 10. 2000
(43) Offenlegungstag: 8. 5. 2002

DE 100 53 809 A 1

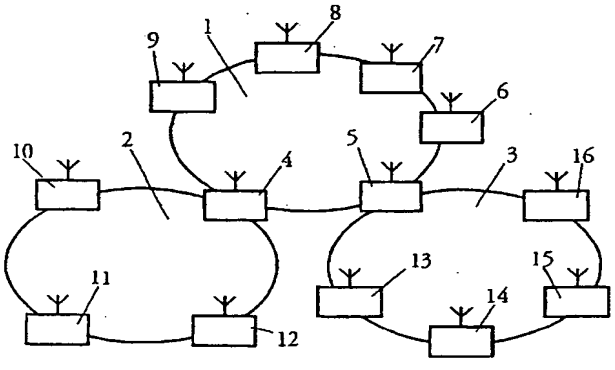
(71) Anmelder:
Philips Corporate Intellectual Property GmbH, 22335 Hamburg, DE

(72) Erfinder:
Habetha, Jörg, Dipl.-Ing., 52080 Aachen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Adhoc-Netzwerk mit mehreren Terminals zur Bestimmung von Terminals als Controller von Sub-Netzwerken

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Adhoc-Netzwerk mit mehreren Terminals zur Bestimmung von Terminals als Controller zur Steuerung von wenigstens zwei Sub-Netzwerken. Den Terminals ist jeweils eine Identifizierung zugeordnet. Ein Terminal überträgt seine Identifizierung an die anderen Terminals, die in einem vorgegebenen Bereich liegen.
Dasjenige Terminal mit der größten Identifizierung ist als Controller eines ersten Sub-Netzwerkes vorgesehen. Eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen wird dem ersten Sub-Netzwerk zugeordnet. Dasjenige nicht eingebundene Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung ist als Controller eines zweiten Sub-Netzwerks vorgesehen. Eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den nicht eingebundenen Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen ist dem zweiten Sub-Netzwerk zugeordnet.



DE 100 53 809 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Adhoc-Netzwerk mit mehreren Terminals zur Bestimmung von Terminals als Controller zur Steuerung von wenigstens zwei Sub-Netzwerken. Solche Adhoc-Netzwerke sind selbstorganisierend und können beispielsweise aus mehreren Sub-Netzwerken bestehen.

[0002] Aus dem Dokument "J. Habetha, A. Hettich, J. Peetz, Y. Du: Central Controller Handover Procedure for ETSI-BRAN HIPERLAN/2 Ad Hoc Networks and Clustering with Quality of Service Gutantees, 1st IEEE Annual Workshop on Mobile Ad Hoc Networking & Computing, Aug. 11, 2000" ist ein Adhoc-Netzwerk mit mehreren Terminals bekannt. Wenigstens ein Terminal ist als Controller zur Steuerung des Adhoc-Netzwerkes vorgesehen. Unter bestimmten Bedingungen kann es erforderlich sein, dass ein anderes Terminal Controller wird. Zur Bestimmung eines neuen Controllers werden u. a. die LDV- und die ICT-Methode vorgeschlagen. Bei der LDV-Methode (LDV = Lowest Distance Value) berechnet jedes Terminal die Summe der Entfernungen zu seinen jeweiligen benachbarten Terminals und teilt diese Summe durch die Anzahl der benachbarten Terminals. Das Terminal mit dem geringsten Wert wird der neue Controller. Bei der ICT-Methode (ICT = Highest In-Cluster Traffic) wird dasjenige Terminal als Controller ausgesucht, welches den höchsten Verkehr mit den benachbarten Terminals hat.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Netzwerk zu schaffen, welches Maßnahmen zur einfachen Findung eines Terminals mit einer Steuerungsfunktion (Controller) aufweist.

[0004] Die Aufgabe wird durch ein Netzwerk der eingangs genannten Art durch folgende Maßnahmen gelöst:

Adhoc-Netzwerk mit mehreren Terminals zur Bestimmung von Terminals als Controller zur Steuerung von wenigstens zwei Sub-Netzwerken,

- denen jeweils eine Identifizierung zugeordnet ist,
- die zur Übertragung ihrer Identifizierung an die anderen Terminals in einem vorgegebenen Bereich liegenden Terminals vorgesehen sind,
- von denen dasjenige Terminal mit der größten Identifizierung als Controller eines ersten Sub-Netzwerks vorgesehen ist,
- eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen dem ersten Sub-Netzwerk zugeordnet sind,
- von denen dasjenige nicht eingebundene Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung als Controller eines zweiten Sub-Netzwerks vorgesehen ist und
- eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den nicht eingebundenen Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen dem zweiten Sub-Netzwerk zugeordnet sind.

[0005] Erfindungsgemäß wird ein Terminal mit der höchsten Identifizierung Controller eines ersten Sub-Netzwerkes. Ein Controller ist ein Terminal, das Steuerungsfunktionen in einem Sub-Netzwerk durchführt. Es werden eine bestimmte Anzahl von Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen in das erste Sub-Netzwerk eingebunden. Die bestimmte Anzahl von in einem Sub-Netzwerk einzubindenden Terminals von der kann beispielsweise von der Übertragungskapazität in dem Sub-Netzwerk abhängen. Ein zweites Sub-Netzwerk wird eröffnet, falls noch nicht eingebundene oder freie Terminals vorliegen. Controller wird von den freien Terminals dasjenige Terminal mit der höchsten Identifizierung also das Terminal, welches in dem vorgegebenen Bereich die zweithöchste Identifizierung aufweist. Der vorgegebene Bereich kann beispielsweise der Bereich sein, in dem die auf eine Einbindung in ein Sub-Netzwerk wartenden Terminals Daten direkt austauschen können. In das zweite Sub-Netzwerk werden dann eine bestimmte Anzahl von freien Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen eingebunden.

[0006] Weitere nicht eingebundene Terminals mit der jeweils höchsten Identifizierung sind als Controller von weiteren Sub-Netzwerken vorgesehen. Eine bestimmte Anzahl von weiteren nicht eingebundenen Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen sind den weiteren Sub-Netzwerken zugeordnet.

[0007] Eine Neukonfigurierung eines Sub-Netzwerkes oder des gesamten Netzwerkes ist dann erforderlich, wenn ein Controller eines Sub-Netzwerkes ein Terminal mit einer höheren Identifizierung detektiert. In diesem Fall wird die Controller-Funktion an das Terminal mit der höheren Identifizierung übergeben.

[0008] Die Controller jedes Sub-Netzwerkes können jeweils auch Daten über Brückenterminals austauschen, die wenigstens zwei Sub-Netzwerke verbinden. Ein Controller ist dann bei einer Veränderung im Netzwerk anhand der zwischen den Controllern ausgetauschten Daten zum Start einer Neukonfigurierung wenigstens eines Sub-Netzwerkes vorgesehen.

[0009] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Bestimmung von Terminals als Controller zur Steuerung von wenigstens zwei Sub-Netzwerken in einem Adhoc-Netzwerk.

[0010] Die Daten, welche im Netzwerk übertragen werden, können z. B. nach einem Paketübertragungsverfahren erzeugt sein. Die Pakete können insgesamt oder als Teilpakete nach Hinzufügung weiterer Informationen über das drahtlose Medium übertragen werden. Unter einer drahtlosen Übertragung ist eine Funk-, Infrarot-, Ultraschallübertragung etc. zu verstehen. Als Paketübertragungsverfahren kann beispielsweise der asynchrone Transfermodus (ATM) angewendet werden, der Pakete fester Länge erzeugt, die Zellen genannt werden.

[0011] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0012] **Fig. 1** ein Adhoc-Netzwerk mit drei Sub-Netzwerken, die jeweils zur Funkübertragung vorgesehene Terminals enthalten,

[0013] **Fig. 2** ein Terminal des lokalen Netzwerks nach Fig. 1,

[0014] **Fig. 3** eine Funkvorrichtung des Terminals nach Fig. 2,

[0015] **Fig. 4** eine Ausführung eines zur Verbindung von zwei Sub-Netzwerken vorgesehenen Brücken-Terminals und

[0016] **Fig. 5** MAC-Rahmen von zwei Sub-Netzwerken und die MAC-Rahmenstruktur eines Brückenterminals.

[0017] Das im folgenden dargestellte Ausführungsbeispiel bezieht sich auf Adhoc-Netzwerke, die im Gegensatz zu traditionellen Netzwerken selbstorganisierend sind. Jedes Terminal in einem solchen Adhoc-Netzwerk kann einen Zugang zu einem Fest-Netzwerk ermöglichen und ist sofort einsetzbar. Ein Adhoc-Netzwerk ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur und die Anzahl von Teilnehmern innerhalb vorgegebener Grenzwerte nicht festgelegt ist. Beispielsweise kann eine Kommunikationsvorrichtung eines Teilnehmers aus dem Netzwerk genommen oder eingebunden werden. Im Gegensatz zu traditionellen Mobilfunknetzen ist ein Adhoc-Netzwerk nicht auf eine fest installierte Infrastruktur angewiesen.

[0018] Die Größe der Fläche des Adhoc-Netzwerks ist in

der Regel sehr viel größer als der Übertragungsbereich von einem Terminal. Eine Kommunikation zwischen zwei Terminals kann daher die Einschaltung weiterer Terminals erforderlich machen, damit diese Nachrichten oder Daten zwischen den beiden kommunizierenden Terminals übertragen können. Solche Adhoc-Netzwerke, bei denen eine Weiterleitung von Nachrichten und Daten über ein Terminal notwendig ist, werden als Multihop-Adhoc-Netzwerke bezeichnet. Eine mögliche Organisation eines Adhoc-Netzwerkes besteht darin, regelmäßig Sub-Netzwerke oder Cluster zu bilden. Ein Sub-Netzwerk des Adhoc-Netzwerks kann beispielsweise durch über Funkstrecken verbundene Terminals von um einen Tisch sitzenden Teilnehmern gebildet werden. Solche Terminals können z. B. Kommunikationsvorrichtungen zum drahtlosen Austausch von Dokumenten, Bildern usw. sein.

[0019] Es lassen sich zwei Typen von Adhoc-Netzwerken angeben. Das sind dezentralisierte und zentralisierte Adhoc-Netzwerke. In einem dezentralisierten Adhoc-Netzwerk ist die Kommunikation zwischen den Terminals dezentralisiert, d. h. jedes Terminal kann mit jedem anderen Terminal unter der Voraussetzung direkt kommunizieren, dass die Terminals jeweils in dem Übertragungsbereich des anderen Terminals liegen. Der Vorteil eines dezentralisierten Adhoc-Netzwerks ist dessen Einfachheit und Robustheit gegen Fehler. Bei einem zentralisierten Adhoc-Netzwerk werden bestimmte Funktionen, wie z. B. die Funktion des Mehrfachzugriffs eines Terminals zum Funkübertragungsmedium (Medium Access Control = MAC) von einem bestimmten Terminal pro Sub-Netzwerk gesteuert. Dieses Terminal wird als zentrales Terminal oder zentraler Controller (Central Controller = CC) bezeichnet. Diese Funktionen müssen nicht immer von demselben Terminal ausgeführt werden, sondern können von einem als zentraler Controller arbeitenden Terminal zu einem anderen dann als zentraler Controller agierenden Terminal übergeben werden. Der Vorteil eines zentralen Adhoc-Netzwerks ist, dass in diesem auf einfache Art eine Vereinbarung über die Dienstgüte (Quality of Service = QoS) möglich ist. Ein Beispiel für ein zentralisiertes Adhoc-Netzwerk ist ein Netzwerk, welches nach der HiperLAN/2 Home Environment Extension (HEE) organisiert ist (vgl. J. Habetha, A. Hettich, J. Peetz, Y. Du, "Central Controller Handover Procedure for ETSI-BRAN HIPERLAN/2 Ad Hoc Networks and Clustering with Quality of Service Gurantees", 1st IEEE Annual Workshop on Mobile Ad Hoc Networking & Computing„ Aug. 11, 2000).

[0020] In **Fig. 1** ist ein Ausführungsbeispiel eines Adhoc-Netzwerks mit drei Sub-Netzwerken **1** bis **3** dargestellt, die jeweils mehrere Terminals **4** bis **16** enthalten. Bestandteil des Sub-Netzwerks **1** sind die Terminals **4** bis **9**, des Sub-Netzwerks **2** die Terminals **4** und **10** bis **12** und des Sub-Netzwerks **3** die Terminals **5** und **13** bis **16**. In einem Sub-Netzwerk tauschen die jeweils zu einem Sub-Netzwerk gehörenden Terminals Daten über Funkstrecken aus. Die in **Fig. 1** eingezeichneten Ellipsen geben den Funkbereich eines Sub-Netzwerks (**1** bis **3**) an, in dem zwischen den zu dem Sub-Netzwerk gehörenden Terminals eine weitgehend problemlose Funkübertragung möglich ist.

[0021] Die Terminals **4** und **5** werden Brücken-Terminals genannt, weil diese einen Datenaustausch zwischen zwei Sub-Netzwerken **1** und **2** bzw. **1** und **3** ermöglichen. Das Brücken-Terminal **4** ist für den Datenverkehr zwischen den Sub-Netzwerken **1** und **2** und das Brücken-Terminal **5** für den Datenverkehr zwischen den Sub-Netzwerken **1** und **3** zuständig.

[0022] Ein Terminal **4** bis **16** des lokalen Netzwerks nach **Fig. 1** kann eine mobile oder feste Kommunikationsvorrichtung sein und enthält beispielsweise mindestens eine Station **17**, eine Verbindungskontrollvorrichtung **18** und eine Funkvorrichtung **19** mit Antenne **20**, wie dies **Fig. 2** zeigt. Eine Station **17** kann beispielsweise ein tragbarer Computer, Fernsprecher usw. sein.

[0023] Eine Funkvorrichtung **19** der Terminals **6** bis **16** enthält, wie **Fig. 3** zeigt, außer der Antenne **20** eine Hochfrequenzschaltung **21**, ein Modem **22** und eine Protokollvorrichtung **23**. Die Protokollvorrichtung **23** bildet aus dem von der Verbindungskontrollvorrichtung **18** empfangenen Datenstrom Paketeinheiten. Eine Paketeinheit enthält Teile des Datenstroms und zusätzliche von der Protokollvorrichtung **23** gebildete Steuerinformationen. Die Protokollvorrichtung verwendet Protokolle für die LLC-Schicht (LLC = Logical Link Control) und die MAC-Schicht (MAC = Medium Access Control). Die MAC-Schicht steuert den Mehrfachzugriff eines Terminals zum Funkübertragungsmedium und die LLC-Schicht führt eine Fluß- und Fehlerkontrolle durch.

[0024] Wie oben erwähnt, ist in einem Sub-Netzwerk **1** bis **3** eines zentralisierten Adhoc-Netzwerks ein bestimmtes Terminal zuständig für die Kontroll- und Managementfunktionen und wird als zentraler Controller bezeichnet. Der Controller arbeitet außerdem als normales Terminal im zugehörigen Sub-Netzwerk. Der Controller ist z. B. für die Registrierung von Terminals, die den Betrieb im Sub-Netzwerk aufnehmen, für den Verbindungsaufbau zwischen wenigstens zwei Terminals im Funkübertragungsmedium, für die Resourcenverwaltung und für die Zugriffssteuerung im Funkübertragungsmedium zuständig. So erhält beispielsweise ein Terminal eines Sub-Netzwerks nach der Registrierung und nach der Anmeldung eines Übertragungswunsches vom Controller Übertragungskapazität für Daten (Paketeinheiten) zugewiesen.

[0025] In dem Adhoc-Netzwerk können die Daten zwischen den Terminals nach einem TDMA-, FDMA- oder CDMA-Verfahren (TDMA = Time Division Multiple Access, FDMA = Frequency Division Multiplex Access, CDMA = Code Division Multiplex Access) ausgetauscht werden. Die Verfahren können auch kombiniert werden. Jedem Sub-Netzwerk **1** bis **3** des lokalen Netzwerks sind eine Anzahl von bestimmten Kanälen zugeordnet, die als Kanalbündel bezeichnet werden. Ein Kanal ist durch einen Frequenzbereich, einen Zeitbereich und z. B. beim CDMA-Verfahren durch einen Spreizungscode bestimmt. Beispielsweise kann jedem Sub-Netzwerk **1** bis **3** zum Datenaustausch ein bestimmter, jeweils unterschiedlicher Frequenzbereich mit einer Trägerfrequenz f_i zur Verfügung stehen. In einem solchen Frequenzbereich können beispielsweise Daten mittels des TDMA-Verfahrens übertragen werden. Dabei kann dem Sub-Netzwerk **1** die Trägerfrequenz f_1, dem Sub-Netzwerk **2** die Trägerfrequenz f_2 und dem Sub-Netzwerk **3** die Trägerfrequenz f_3 zugewiesen werden. Das Brücken-Terminal **4** arbeitet einerseits, um mit den anderen Terminals des Sub-Netzwerks **1** einen Datenaustausch durchführen zu können, mit der Trägerfrequenz f_1 und andererseits, um mit den anderen Terminals des Sub-Netzwerks **2** einen Datenaustausch durchführen zu können, mit der Trägerfrequenz f_2. Das zweite im lokalen Netzwerk enthaltene Brücken-Terminal **5**, welches Daten zwischen den Sub-Netzwerken **1** und **3** überträgt, arbeitet mit den Trägerfrequenzen f_1 und f_3.

[0026] Wie oben erwähnt, hat der zentrale Controller beispielsweise die Funktion der Zugriffssteuerung. Das bedeutet, dass der zentrale Controller für die Bildung von Rahmen der MAC-Schicht (MAC-Rahmen) verantwortlich ist. Hierbei wird das TDMA-Verfahren angewendet. Ein solcher MAC-Rahmen weist verschiedene Kanäle für Steuerinformationen und Nutzdaten auf.

[0027] Ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels ei-

nes Brücken-Terminals ist in Fig. 4 dargestellt. Die Funkschaltvorrichtung dieses Brücken-Terminals enthält jeweils eine Protokollvorrichtung 24, ein Modem 25 und eine Hochfrequenzschaltung 26 mit Antenne 27. Mit der Protokollvorrichtung 24 ist eine Funkschaltvorrichtung 28 verbunden, die des weiteren an eine Verbindungskontrollvorrichtung 29 und einer Zwischenspeichervorrichtung 30 angeschlossen ist. Die Zwischenspeichervorrichtung 30 enthält in dieser Ausführungsform ein Speicherelement und dient zur Zwischenspeicherung von Daten und ist als FIFO-Baustein realisiert (First In First Out), d. h. die Daten werden in der Reihenfolge aus der Zwischenspeichervorrichtung 30 gelesen, in der sie eingeschrieben worden sind. Das in Fig. 4 dargestellte Terminal kann ebenfalls als normales Terminal arbeiten. An die Verbindungskontrollvorrichtung 29 angeschlossene Stationen, die nicht in Fig. 4 eingezeichnet sind, liefern dann über die Verbindungskontrollvorrichtung 29 Daten zur Funkschaltvorrichtung 28.

[0028] Das Brücken-Terminal nach der Fig. 4 ist abwechselnd mit einem ersten und zweiten Sub-Netzwerk synchronisiert. Unter Synchronisation wird der gesamte Prozess der Einbindung eines Terminals im Sub-Netzwerks bis zum Austausch von Daten verstanden. Wenn das Brücken-Terminal mit dem ersten Sub-Netzwerk synchronisiert ist, kann es Daten mit allen Terminals und mit dem Controller dieses ersten Sub-Netzwerks austauschen. Werden von der Verbindungskontrollvorrichtung 29 Daten an die Funkschaltvorrichtung 28 geliefert, deren Bestimmungsort ein Terminal oder der Controller des ersten Sub-Netzwerks oder ein Terminal oder Controller eines anderen Sub-Netzwerks ist, die über das erste Sub-Netzwerk zu erreichen sind, leitet die Funkschaltvorrichtung diese Daten direkt an die Protokollvorrichtung 24 weiter. In der Protokollvorrichtung 24 werden die Daten solange zwischengespeichert, bis der vom Controller bestimmte Zeitabschnitt für die Übertragung erreicht ist. Wenn die von der Verbindungskontrollvorrichtung 29 ausgegebenen Daten zu einem Terminal oder dem Controller des zweiten Sub-Netzwerks oder zu einem anderen über das zweite Sub-Netzwerk zu erreichenden Sub-Netzwerk gesendet werden soll, muss die Funkübertragung bis zu dem Zeitabschnitt verzögert werden, in dem das Brükken-Terminal mit dem zweiten Sub-Netzwerk synchronisiert ist. Daher leitet die Funkschaltvorrichtung die Daten, deren Bestimmungsort im zweiten Sub-Netzwerk liegt oder deren Bestimmungsort über das zweite Sub-Netzwerk zu erreichen ist, zu der Zwischenspeichervorrichtung 30, welche die Daten solange zwischenspeichert, bis das Brücken-Terminal mit dem zweiten Sub-Netzwerk synchronisiert ist.

[0029] Wenn Daten von einem Terminal oder dem Controller des ersten Sub-Netzwerks vom Brücken-Terminal empfangen werden und deren Bestimmungsort ein Terminal oder der Controller des zweiten Sub-Netzwerks oder ein Terminal oder Controller eines anderen über das zweite Sub-Netzwerk zu erreichenden Sub-Netzwerks ist, werden diese Daten ebenfalls bis zur Synchronisation mit dem zweiten Sub-Netzwerk in der Zwischenspeichervorrichtung 30 abgelegt. Daten, deren Bestimmungsort eine Station des Brükken-Terminals ist, werden direkt über die Funkschaltvorrichtung 28 zur Verbindungskontrollvorrichtung 29 gegeben, die dann die empfangenen Daten zu der gewünschten Station leitet. Daten, deren Bestimmungsort weder eine Station des Brücken-Terminals noch ein Terminal oder Controller des zweiten Sub-Netzwerks ist, werden beispielsweise zu einem weiteren Brücken-Terminal gesendet.

[0030] Nach dem Synchronisationswechsel des Brücken-Terminals vom ersten zum zweiten Sub-Netzwerk werden die in der Zwischenspeichervorrichtung 30 befindlichen Daten in der Einschreibreihenfolge wieder aus der Zwischenspeichervorrichtung 30 gelesen. Anschließend können während der Dauer der Synchronisation des Brücken-Terminals mit dem zweiten Sub-Netzwerk alle Daten, deren Bestimmungsort ein Terminal oder der Controller des zweiten Sub-Netzwerks oder ein anderes über das zweite Sub-Netzwerk zu erreichende Sub-Netzwerk ist, sofort von der Funkschaltvorrichtung 28 zur Protokollvorrichtung 24 weitergegeben und nur die Daten, deren Bestimmungsort ein Terminal oder der Controller des ersten Sub-Netzwerks oder ein anderes über das erste Sub-Netzwerk zu erreichende Sub-Netzwerk ist, in der Zwischenspeichervorrichtung 30 gespeichert werden.

[0031] Die MAC-Rahmen von zwei Sub-Netzwerken SN1 und SN2 sind in der Regel nicht synchronisiert. Daher ist ein Brücken-Terminal BT mit einem Sub-Netzwerk SN1 oder SN2 nicht nur während einer Umschaltzeit Ts sondern auch während einer Wartezeit Tw nicht verbunden. Dies lässt sich aus Fig. 5 entnehmen, welche eine Folge von MAC-Rahmen der Sub-Netzwerke SN1 und SN2 und die MAC-Rahmenstruktur des Brücken-Terminals BT zeigt. Die Umschaltzeit Ts ist diejenige Zeit, die erforderlich ist, damit das Brücken-Terminal sich mit einem Sub-Netzwerk synchronisieren kann. Die Wartezeit Tw gibt die Zeit zwischen dem Ende der Synchronisation mit dem Sub-Netzwerk und dem Beginn eines neuen MAC-Rahmens dieses Sub-Netzwerks.

[0032] Unter der Annahme, dass das Brücken-Terminal BT nur jeweils für die Dauer eines MAC-Rahmens mit einem Sub-Netzwerk SN1 oder SN2 verbunden ist, weist das Brücken-Terminal BT nur eine Kanalkapazität von 1/4 der verfügbaren Kanalkapazität eines Sub-Netzwerks auf. In dem anderen extremen Fall, dass das Brückenterminal BT für eine längere Zeit mit einem Sub-Netzwerk verbunden ist, beträgt die Kanalkapazität die Hälfte der verfügbaren Kanalkapazität eines Sub-Netzwerks.

[0033] Wie oben beschrieben, enthält jedes Sub-Netzwerk einen zentralen Controller zur Steuerung des zugeordneten Sub-Netzwerks. Bei der Inbetriebnahme eines Sub-Netzwerks muss sichergestellt werden, dass nur ein Terminal die Funktion des zentralen Controllers übernimmt. Es sei vorausgesetzt, dass nicht jedes Terminal die Funktion des zentralen Controllers übernehmen kann. Es wird zur Bestimmung eines zentralen Controllers beispielsweise so vorgegangen, dass jedes Terminal, welches eine Controller-Funktion übernehmen kann, prüft, ob in ihrem Empfangsbereich ein anderes Terminal ist, welches die Controller-Funktion ausführen kann. Ist dies der Fall, stellt das detektierende Terminal fest, dass es nicht Controller wird. Führen alle anderen Terminals ebenfalls diese Überprüfungen durch, bleibt am Ende ein Terminal über, welches kein anderes Terminal mit einer Controller-Funktion detektiert und somit die Controller-Funktion übernimmt.

[0034] Es kann vorkommen, dass ein Sub-Netzwerk neu konfiguriert werden muss. Es können folgende Gründe vorliegen:

- Abschaltung des zentralen Controllers,
- ungenügende Leistungsbedingungen des zentralen Controllers,
- schlechte Verbindungen von einem oder mehreren Terminals,
- ungenügende Kapazitätsbedingungen in einem oder mehreren Sub-Netzwerken,
- neue einzubindende oder abgeschaltete Terminals in dem Sub-Netzwerk und
- Wegbewegen eines Terminals aus dem Sub-Netzwerk.

[0035] Zur Rekonfigurierung oder erstmaligen Konfigurierung wenigstens eines Sub-Netzwerks wird die folgende Prozedur verwendet, welche als HID-Prozedur (Highest-ID-with-traffic) bezeichnet wird:

Alle Terminals haben eine einzigartige Identifizierung (ID) im Netzwerk. Jedes Terminal verteilt seine Identifizierung periodisch zu allen Terminals, welche in seinem Übertragungsbereich liegen. Ein Terminal, welches Identifizierungen von verschiedenen Terminals erhalten hat, vergleicht seine eigene Identifizierung mit den Identifizierungen der direkten Nachbarterminals (im Übertragungsbereich liegenden Terminals). Ein Terminal entscheidet autonom, dass es Controller wird, wenn seine eigene Identifizierung größer als jede empfangene Identifizierung anderer Terminals ist.

[0036] Das HID-Prozedur sieht also vor, dass das Terminal mit der höchsten Identifizierung Controller wird. Dieser neue Controller verbindet seine direkten Nachbarn in dem Sub-Netzwerk in aufsteigender Reihenfolge beginnend mit dem Terminal mit der kleinsten Identifizierung. Ein Terminal kann nur dann in ein Sub-Netzwerk eingebunden werden, wenn noch Übertragungskapazität innerhalb des Sub-Netzwerkes verfügbar ist. Wenn die gesamte verfügbare Übertragungskapazität in dem Sub-Netzwerk belegt sind, muss ein zusätzliches Sub-Netzwerk eröffnet werden. In diesem zusätzlichen Sub-Netzwerk wird dasjenige Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung der Controller. Dieses Terminal ist mit Sicherheit bisher nicht in das erste Sub-Netzwerk eingebunden worden, weil die Einbindung der Terminals in aufsteigender Reihenfolge erfolgte. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass, wenn noch nicht einem Sub-Netzwerk zugeordnete Terminals existieren, dies die freien Terminals mit den höchsten Identifizierungen sind. Weitere zusätzliche Sub-Netzwerke werden eröffnet, wenn noch Terminals vorhanden sind, die bisher nicht in die vorhandenen Sub-Netzwerke eingebunden worden sind. Dabei wird, wie zuvor, jeweils das freie Terminal mit der höchsten Identifizierung zum Controller, dem sich anschließend die restlichen freien Terminals in der Reihenfolge aufsteigender Identifizierungen zuordnen.

[0037] Falls das Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung nicht in das Sub-Netzwerk des Terminals mit der höchsten Identifizierung aufgenommen werden kann, wird das Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung dies entweder durch die Ablehnung seines Assoziierungsversuchs oder durch eine direkte Mitteilung des Terminals mit der höchsten Identifizierung erkennen. Daraufhin überprüft das Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung, ob es verglichen mit allen seinen direkten freien Nachbarn die höchste Identifizierung (freier oder nicht eingebundener Terminals) hat. Falls dies der Fall ist, macht es sich zu einem zusätzlichen Controller, um die noch nicht zugeordneten bzw. freien Nachbarterminals aufzunehmen. Gibt es nach der Eröffnung des neuen Sub-Netzwerkes durch das Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung immer noch freie Terminals, erfolgt analog zu der zuvor beschriebenen Prozedur die Eröffnung eines neuen Sub-Netzwerkes durch das Terminal mit der höchsten Identifizierung, das noch keinem Sub-Netzwerk zugeordnet ist. Die Neueröffnung von Sub-Netzwerken und anschließende Einbindung von freien Terminals wird solange durchgeführt, bis jedes Terminal einem Sub-Netzwerk angehört.

[0038] Nach einer erstmaligen Konfigurierung kann eine Neukonfigurierung des Netzwerkes kontinuierlich erfolgen, sobald ein Controller feststellt, dass ein anderes, direktes Nachbarterminal existiert, das eine höhere Identifizierung hat als der Controller selbst. In diesem Fall wird eine Übergabe der Controller-Funktion an dieses Nachbarterminal durchgeführt. Das Nachbarterminal bzw. der neue Controller bindet dann alle Terminals des Subnetzwerkes des alten Controllers ein, sofern diese in seinem Übertragungsbereich bzw. in seiner Reichweite liegen und ggf. andere noch freie Terminals in sein neues Sub-Netzwerk ein. Die Einbindung erfolgt, wie zuvor beschrieben, in aufsteigender Reihenfolge der Identifizierungen. Sollten aufgrund erschöpfter Übertragungskapazität oder der Tatsache, dass Terminals nicht in Reichweite des neuen Controllers sind, noch freie Terminals existieren, läuft der Algorithmus wie zu Beginn beschrieben ab. Das bedeutet, dass das Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung ein zusätzliches Sub-Netzwerk begründet, und, falls nicht alle freien Terminals in dieses neu zu begründende Sub-Netzwerk eingebunden werden können, weitere Sub-Netzwerke entstehen.

[0039] Alternativ kann die Neukonfigurierung auch in periodischen Zeitabständen lokal oder im gesamten Netzwerk erfolgen. Dabei würde entweder ein Terminal das Signal zur Neukonfigurierung an alle anderen Terminals (im Rundsendemodus) verschicken oder alle Terminals könnten zu bestimmten (periodischen) Zeitpunkten selbständig mit der Neukonfigurierung beginnen, falls eine systemweit synchronisierte Systemzeit existiert.

[0040] Bei der bisher beschriebenen dezentral organisierten HID-Prozedur ist davon ausgegangen worden, dass ein Terminal seine Identifizierung nur an seine direkten Nachbarn sendet. Diese müssen die empfangene Identifizierung dann nicht mehr weiterleiten, d. h. jedes Terminal verschickt nur seine eigene Identifizierung im Rundsendemodus an seine direkten Nachbarn. Es könnte aber auch eine zentral von den jeweiligen Controller durchgeführte Prozedur durchgeführt werden, bei der die jeweiligen Controller bei einer Neukonfigurierung die neuen Controller und die jeweilige Einbindung der Terminals in das zugeordnete Sub-Netzwerk steuern. Die Controller tauschen dabei die jeweiligen Matrixinformationen über Brücken-Terminals aus. Hierbei ist beispielsweise jedes Terminal des Netzwerks in einer Matrix mit seinen Nachbarterminals aufgelistet und anhand der Matrix kann jeder alte Controller bestimmen, ob der bisherige Controller auch der neue Controller ist oder ein anderes Terminal neuer Controller wird.

Patentansprüche

1. Adhoc-Netzwerk mit mehreren Terminals zur Bestimmung von Terminals als Controller zur Steuerung von wenigstens zwei Sub-Netzwerken,
denen jeweils eine Identifizierung zugeordnet ist,
die zur Übertragung ihrer Identifizierung an die anderen Terminals in einem vorgegebenen Bereich liegenden Terminals vorgesehen sind,
von denen dasjenige Terminal mit der größten Identifizierung als Controller eines ersten Sub-Netzwerks vorgesehen ist,
eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen dem ersten Sub-Netzwerk zugeordnet sind,
von denen dasjenige nicht eingebundene Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung als Controller eines zweiten Sub-Netzwerks vorgesehen ist und
eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den nicht eingebundenen Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen dem zweiten Sub-Netzwerk zugeordnet sind.

2. Adhoc-Netzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass weitere nicht eingebundene Terminals mit der jeweils höchsten Identifizierung als Controller von weiteren Sub-Netzwerken vorgesehen sind und

eine bestimmte Anzahl von weiteren nicht eingebundenen Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen den weiteren Sub-Netzwerken zugeordnet sind.

3. Adhoc-Netzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die bestimmte Anzahl von in einem Sub-Netzwerk einzubindenden Terminals von der Übertragungskapazität in dem Sub-Netzwerk abhängt.

4. Adhoc-Netzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Controller eines Sub-Netzwerkes nach Detektierung eines Terminals mit einer höheren Identifizierung zur Übergabe der Controller-Funktion an das Terminal mit der höheren Identifizierung vorgesehen ist.

5. Adhoc-Netzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Controller jedes Sub-Netzwerkes jeweils zum Austausch von Daten über Brückenterminals vorgesehen sind, die wenigstens zwei Sub-Netzwerke verbinden, und dass ein Controller bei einer Veränderung im Netzwerk anhand der zwischen den Controllern ausgetauschten Daten zum Start einer Neukonfigurierung wenigstens eines Sub-Netzwerkes vorgesehen ist.

6. Verfahren zur Bestimmung von Terminals als Controller zur Steuerung von wenigstens zwei Sub-Netzwerken in einem Adhoc-Netzwerk mit mehreren Terminals

denen jeweils eine Identifizierung zugeordnet ist,

die zur Übertragung ihrer Identifizierung an die anderen Terminals in einem vorgegebenen Bereich liegenden Terminals vorgesehen sind,

von denen dasjenige Terminal mit der größten Identifizierung als Controller eines ersten Sub-Netzwerks vorgesehen ist,

eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen dem ersten Sub-Netzwerk zugeordnet sind,

von denen dasjenige nicht eingebundene Terminal mit der zweithöchsten Identifizierung als Controller eines zweiten Sub-Netzwerks vorgesehen ist und

eine bestimmte Anzahl von weiteren Terminals mit den nicht eingebundenen Terminals mit den niedrigsten Identifizierungen dem zweiten Sub-Netzwerk zugeordnet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Nummer: DE 100 53 809 A1
Int. Cl.[7]: H 04 L 12/28
Offenlegungstag: 8. Mai 2002

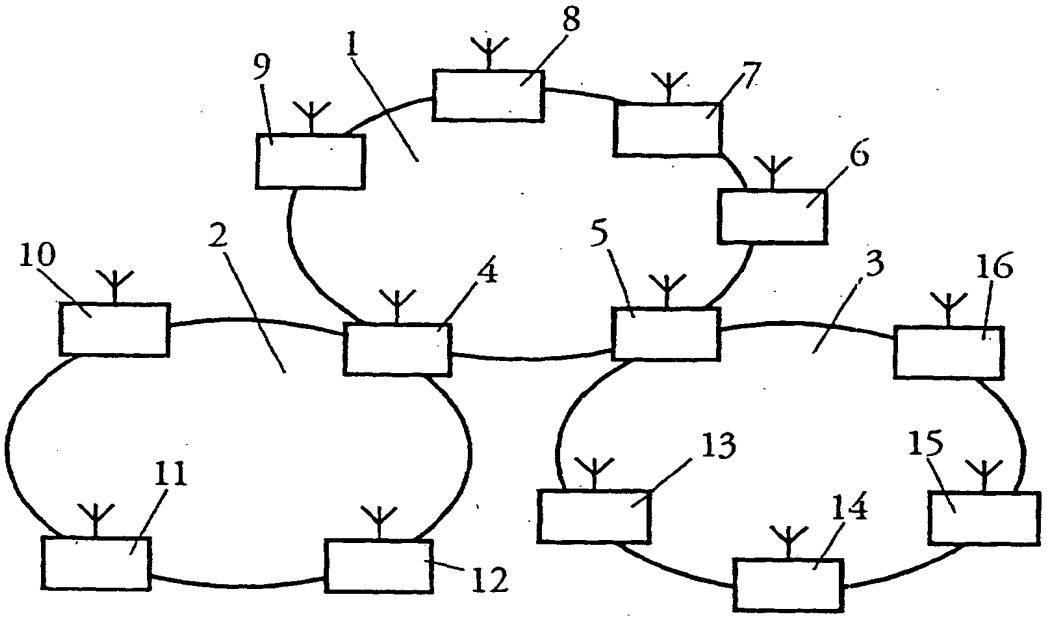


FIG. 1

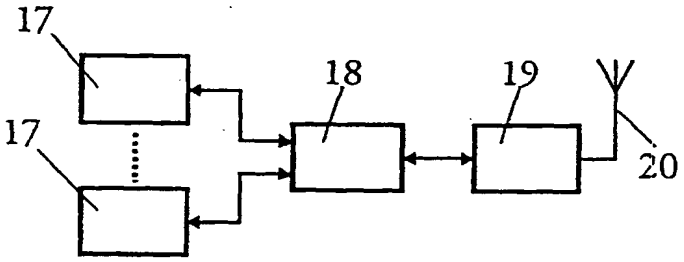


FIG. 2

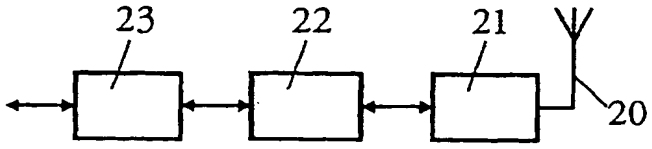


FIG. 3

Nummer: DE 100 53 809 A1
Int. Cl.[7]: H 04 L 12/28
Offenlegungstag: 8. Mai 2002

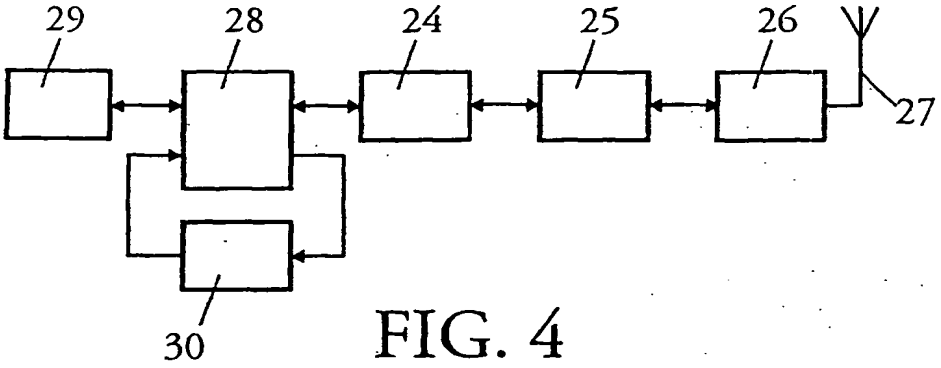


FIG. 4

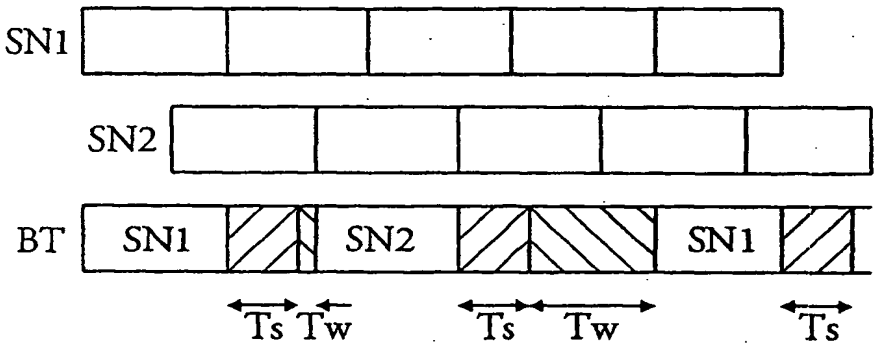


FIG. 5